

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
 - TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
 - FADED TEXT
 - ILLEGIBLE TEXT
 - SKEWED/SLANTED IMAGES
 - COLORED PHOTOS
 - BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
-
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 197 54 107 C 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
G 10 K 11/16
G 10 K 11/168
E 04 B 1/99
C 08 J 5/18

②① Aktenzeichen: 197 54 107.0-53
②② Anmeldetag: 5. 12. 97
④③ Offenlegungstag: –
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 25. 2. 99

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ **Patentinhaber:**
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung eV, 80636 München, DE

⑦② **Erfinder:**
Fuchs, Helmut, Prof. Dr., 71093 Weil im Schönbuch,
DE; Zha, Xueqin, Prof., 71032 Böblingen, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 43 15 769 C1
DE 43 12 885 A1

⑤④ **Schallabsorber**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft einen Schallabsorber bestehend aus mikroperforierten Folien oder dünnen Platten, wobei mehrere Folien oder Platten in beliebiger Anordnung zueinander vorgesehen sind und von der Decke des Raumes oder waggerecht oder schräg im Raum aufgehängt sind. Eine andere einfache Ausführung besteht in einem Schallabsorber bestehend aus einer mikroperforierten Folie oder einer dünnen Platte, die von der Decke eines Raumes oder waagerecht oder schräg im Raum aufgehängt ist, und die Größe von mindestens 15% der Grundfläche des Raumes hat.

DE 197 54 107 C 1

DE 197 54 107 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Schallabsorber mit mikroperforierten Folien oder dünnen Platten aus Kunststoff, wie er z. B. in DE 43 13 885 oder 43 15 759 oder EP 699 257 ausführlich beschrieben ist.

1. Stand der Technik

Flächig an Wänden, Decken und Einrichtungsgegenständen nach **Fig. 1** und **2** (jeweils (a) und (b)) angebrachte Verkleidungen absorbieren den auftreffenden Schall, wenn die Lochplatten genügend schalldurchlässig sind und entweder im Luftraum dahinter eine Füllung aus einem homogenen porösen oder faserigen Dämpfungsmaterial eingebracht oder an den Lochplatten selbst eine dünne poröse oder faserige Schicht mit geeignetem Strömungswiderstand angebracht wird. Dies ist die weit überwiegende Bauweise für Schallabsorber und Schalldämpfer für hohe Frequenzen.

Das Dämpfungsmaterial kann ganz entfallen, wenn gemäß **Fig. 1(c)** und **2(c)** die Löcher in den Lochplatten sehr klein gemacht werden DE 43 12 885 A1, EP 811 097, DE 43 15 759 C. Allerdings sollten dann nach dem bisherigen Stand der Technik die Luft in den Löchern als Masse und die im Zwischenraum hinter den Lochplatten "eingeschlossene" Luft als Feder zusammen ein Masse-Feder-System, etwa nach Art eines sogenannten Helmholtz-Resonators, bilden. Dies ist eine häufig anzutreffende Bauweise für Schallabsorber, die in einem mittleren Frequenzbereich Schall schlucken sollen. Anstelle der Lochplatte oder -folie kann auch eine nicht perforierte Platte die Rolle der Masse übernehmen, nach Art eines sogen. Plattenresonators entsprechend DE 195 06 511.5, bzw. EP 811 097 oder Folien-Resonators, WO 95/25325. Die Plattenresonatoren findet man z. B. als Holzverschalungen oder Vorsatzschalen aus Gipskarton zur Absorption tieffrequenter Schallanteile.

Der oben genannte Folienresonator, bzw. -absorber benötigt zur Absorption eine harte Rückwand.

2. Nachteile bekannter Schallabsorber

Absorber nach **Fig. 1(a)** und **2(a)** müssen sorgfältig schalldurchlässig abgedeckt werden, um einerseits die Verschmutzung bzw. Beschädigung der porösen oder faserigen Füllung und andererseits die Austragung von Partikeln aus der Füllung in den Raum hinein zu verhindern. Die dünne dämpfende Beschichtung nach **Fig. 1(b)** und **2(b)** kann man zwar einigermaßen abriebfest machen. Es bleibt aber auch hier das Problem der Verschmutzung bei der Herstellung und Montage ebenso wie beim Luftaustausch zwischen dem Raum und dem eingeschlossenen Hohlraum. Die Lochplatten nach **Fig. 1(c)** und **2(c)** bieten wegen der durch Schallwellen resonanzartig angeregten alternierenden Luftbewegung in den kleinen Löchern kaum eine Möglichkeit für Ablagerungen in den Löchern selbst. Auch lassen sich die mikroperforierten Platten oder Folien im eingebauten wie im ausgebauten Zustand leicht reinigen. Es bleibt aber das grundsätzliche Problem, daß durch die Perforation feiner Staub und Feuchtigkeit in den abgeschlossenen Hohlraum eindringen und sich dort über längere Zeit hin ansammeln kann.

Wenn die Rückwand in **Fig. 1(c)** ein Außenbauteil (z. B. eine Massivwand oder ein Glasdach) ist, besteht außerdem die Gefahr, daß warme und feuchte Luft aus dem Raum dort kondensiert und so Verschmutzung und Schimmelbildung hervorrufen kann.

Unter bauphysikalisch kritischen, hygienisch anspruchsvollen oder stark verschmutzenden Bedingungen hätte ein

Schallabsorber bestehend nur aus einer beidseitig von der Raumluft "umspülten" Platte oder Folie große Vorteile. Eine luft- und schalldurchlässige Platte oder Folie, frei im Raum aufgespannt, hätte aber bekanntlich keine ausreichende Schallabsorption aufzuweisen. Auch die mikroperforierte Platte oder Folie, frei im Raum aufgespannt, sollte eigentlich ebenfalls keine ausreichende Absorption verursachen, da die Luft in den Löchern nach vorherrschender Lehrmeinung nur als Teil eines Masse-Feder-Systems von auftreffenden Schallwellen resonanzartig in Bewegung versetzt werden kann. Ohne das dahinter angeordnete Luftkissen fällt es schwer, sich vorzustellen, daß senkrecht, schräg oder auch streifend auftreffende Schallwellen an nur einem winzigen Teil der praktisch schallharten Platten- oder Folienfläche (z. B. bei weniger als 1% Lochanteil) eine ausreichende Absorption vorfinden könnten.

Da die Bauweise dieser "Resonatoren" relativ kompliziert ist und daher teuer, ist es die Aufgabe der Erfindung einen Absorber zu schaffen, der billig herzustellen ist und leicht zu reinigen, und bei dem keine Kondensation mit ihren Nachteilen auftritt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Maßnahmen nach Anspruch 1 und 13 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Absorbers sind in den Unteransprüchen angegeben.

3. Absorptionsverhalten frei aufgespannter mikroperforierter Bauteile

Entgegen allen Erwartungen wurde bei systematischen Untersuchungen an aus mikroperforierten Folien geschichtet aufgebauten Baffle-Strukturen nach **Fig. 2(c)**, die man z. B. als sogen. Kompakt-Absorber von einer Decke oder einem Dach abzuhängen pflegt, im Hallraum festgestellt, daß auch einzelne, völlig frei im Raum nach **Fig. 3** aufgespannte mikroperforierte Folien einseitig, beidseitig, senkrecht, schräg oder streifend auftreffende Schallwellen aus dem Raum, insbesondere bei höheren Frequenzen, sehr wirkungsvoll absorbieren können. **Fig. 4** zeigt z. B. in Kurve 1 den im Hallraum nach DIN EN 20 354 gemessenen Absorptionsgrad für eine Anordnung von 5 mikroperforierten transparenten Folien aus Polyester mit einer Dicke von ca. 0,1 mm, Löchern von ca. 0,2 mm Durchmesser sowie einem Lochabstand von 2 mm in beiden Richtungen, wenn diese ca. 50 cm breiten Folien nach **Fig. 5** senkrecht vor einer schallharten Decke oder Wand in einem ebenfalls praktisch schallharten Rahmen im Abstand von 50 cm parallel zueinander aufgespannt werden.

Wenn man zusätzlich parallel im Abstand von 10 cm zu jeder mikroperforierten Folie eine zweite, nicht perforierte Folie aufspannt, verbessert sich die Absorption der akustisch wirksamen erfindungsgemäßen Folie nicht (siehe **Fig. 4** Kurve 2). Dies deutet darauf hin, daß letztere zur Entfaltung ihrer Dämpfungswirkung weder eine schallharte Rückwand noch einen wie auch immer gestalteten Hohlraum dazwischen als Luftkissen benötigt. Ersetzt man dagegen die mikroperforierten durch ungelochte Folien des gleichen Materials, so bleibt nach Kurve 3 in **Fig. 4** nur eine ganz geringe Absorption übrig. Dieser Sachverhalt ist bei Würdigung des oben genannten Folienabsorbers WO 95/25325 der Anmelderin auch zu erwarten.

Eigentlich sollten die mikroperforierten Folien ohne eine Anordnung vor einer schallharten Rückwand nicht absorbieren. Nach bisherigem Verständnis der Physik der Schallabsorption kommt eine Absorption nur bei der Resonatoranordnung zustande, wo der Masse-Feder -effekt zum Tragen kommt. Eine physikalische Erklärung für die Schallabsorption der mikroperforierten Folien ist – zur Zeit jedenfalls –

durch die Anmelderin nicht möglich. Aus diesen Gründen ist es völlig überraschend, daß mit den erfindungsgemäßen Schallabsorbern überhaupt eine nennenswerte Schallabsorption und somit eine Lärminderung möglich ist.

Fig. 6 zeigt die Absorption der Folie, im Abstand von 25 cm aufgespannt (Kurve 1), im Vergleich zu einem dicht gewebenen Vorhangstoff (Kurve 2) in gleicher Anordnung. Man kann den Absorptionsgrad von erfindungsgemäßen Folien in wandnormaler Anordnung weiter erhöhen, indem man entweder ihre Breite auf über 50 cm erhöht oder den Abstand zwischen den parallel gespannten Folien verkleinert (s. Fig. 7). Der Absorptionsgrad steigt zwar bis zu einem Abstand von 17,5 cm, auch bei hohen Frequenzen, nicht über ca. 0,5 an, dafür bieten die neuartigen Absorber aber einige wesentliche technologische Vorteile für Anwendungen vor allem in Räumen mit hohen Anforderungen an Hygiene und Transparenz des Raumes und seiner Begrenzungsflächen.

4. Vorteile der mikroperforierten Folien oder Platten als Schallabsorber

Für diese neuartige Bauweise von Schallabsorbern, die fast beliebig dünn (0,05 bis 5 mm dick) sein kann, und prinzipiell ohne Dämpfungsmaterial, Hohlräume, Rahmen oder Kassettierungen auskommt, und nur aus frei aufgespannten ebenen, durchhängenden, gekrümmten oder beliebig gefalteten mikroperforierten Folien, Blechen oder Platten aus beliebigen Materialien (z. B. Kunststoff, Metallen, Hölzern) besteht, gibt es erhebliche Vorteile gegenüber den herkömmlichen Schallabsorbern hinsichtlich:

1. Raumbedarf
2. Gewicht
3. Verschmutzungen
4. Austragungen
5. Brandschutz
6. Hygiene
7. Flexibilität
8. Mobilität
9. Portabilität
10. architektonischer Gestaltungsmöglichkeiten

Insbesondere wenn die mikroperforierten Bauteile aus transparenten Materialien hergestellt werden, bieten sie vielfältige neue Möglichkeiten für die Gestaltung der Raumakustik und des technischen Schallschutzes. Nur wenn hohe Absorption auch bei mittleren und tiefen Frequenzen angestrebt wird, sind entweder sehr große Mengen und Bautiefen erforderlich oder eine Kombination mit ausgesprochenen Tiefen-Absorbern zu empfehlen, so wie dies von der konventionellen Praxis her bekannt ist.

Die Bauteile eignen sich, besonders in ihren transparenten Varianten, ausgezeichnet für nachträglich vorzunehmende raumakustische Verbesserungen. Sie kommen mit ihren glatten, praktisch geschlossenen Oberflächen und ihrer Leichtbauweise aktuellen Trends im Innenausbau entgegen: Sie lassen sich als Akustik-Module vor Glasbauteilen, zwischen Leuchten und Kanälen phantasievoll anordnen, ohne das architektonische Erscheinungsbild von Bauteilen mit ihren bewußt gestalteten Oberflächen zu zerstören. Im Gegensatz zu konventionellen Raumauskleidungen mit z. B. Mineralwolle hinter Lochplatten nach Fig. 1(a) werden mit den frei aufgespannten, allseitig luftumspülten mikroperforierten Bauteilen auch keine bauphysikalischen Probleme geschaffen, weil z. B. vor Außenbauteilen keine u. U. schädlichen Temperaturgradienten aufgebaut werden und innen liegende Massivbauteile z. B. als Speichermassen zur passiven

Nutzung von solarer Energie erhalten bleiben.

Die Folien, Bleche oder Platten können beliebig im Raum angeordnet sein: frei hängend, oder in einem dünnen Rahmen mehr oder weniger gespannt, was optisch besser erscheint, parallel zu den Wänden oder schräg im Raum, sternförmig oder unregelmäßig oder regelmäßig kassettiert, beliebig gekrümmt. Für Sprachlabors oder Reinigungszwecke könnte es geeignet sein, die Schallabsorber - aufhänger in Schienen zu führen wie in Fig. 8 dargestellt, um die Schallabsorber verschieben zu können, z. B. weg vom Fenster oder zu bündeln oder um die Schallabsorption im Raum nach eigenen Wünschen beeinflussen zu können.

Eine gefaltete Anordnung gemäß Fig. 8 kann unter Umständen den Schallabsorber verbilligen, da längere Bahnen von z. B. Folien verwendet werden können.

Die möglichen Ausformungen der Bauteile sind derart vielfgestaltig, daß Architekten, Bauherren und Akustiker viele neue Lösungen für Probleme z. B. mit Beschallungsanlagen, störenden Reflexionen und mit der Raumakustik oder auch mit Geräuschpegeln in Werkhallen finden können. Pegel und Nachhallzeiten in geschlossenen Räumen bleiben zwar in gewohnter Weise von der eingebrachten effektiven Absorptionsfläche abhängig. Im Vergleich zu herkömmlichen Verkleidungen und Kompakt-Absorbern nach Fig. 1 und 2 wird dieser in Quadratmetern ausgedrückte, die Akustik bestimmende Parameter mit besonders geringem Bauvolumen durch die erfindungsgemäßen Akustik-Elemente erreichbar.

Erläuterungen der Figuren

Fig. 1 Raumakustische Verkleidung nach dem Stand der Technik für Wände und Decken:

- (a) Lochplatte mit mehr als 15% Lochanteil – Hohlraum mit porösem oder faserigem Dämpfungsmaterial gefüllt
- (b) Lochplatte wie (a) – mit einem porösen oder faserigen Material dünn beschichtet
- (c) Mikroperforierte Lochplatte oder -folie mit ca. 1% Lochanteil nach PCT 699257 DE 43 15 759 und PCT 43 12 885 – ohne Dämpfungsmaterial im Hohlraum

Fig. 2 Von der Decke abgehängte Kompakt-Absorber nach dem Stand der Technik:

- (a) Lochplatte mit mehr als 15% Lochanteil – Hohlraum mit porösem oder faserigem Dämpfungsmaterial gefüllt
- (b) Lochplatte wie (a) – mit einem porösen oder faserigen Material dünn beschichtet
- (c) Mikroperforierte Lochplatten oder -folien mit ca. 1% Lochanteil nach PCT 699 257 DE 43 15 759 ohne Dämpfungsmaterial im Hohlraum

Fig. 3 Erfindungsgemäße mikroperforierte Platten ohne eingeschlossenes Luftkissen zwischen Lochplatte und Wand oder Decke wie in Fig. 1 bzw. zwischen zwei Lochplatten wie in Fig. 2

Fig. 4 Schallabsorptionsgrad für frei aufgespannte ebene Folien im Abstand B = 50 cm nach Bild 5

1. mikroperforierte Folie allein
2. mikroperforierte und unperforierte Folien im Abstand von 10 cm
3. unperforierte Folie allein

Fig. 5 Senkrecht zu einer reflektierenden Fläche frei auf-

gespannte erfindungsgemäße mikroperforierte Folien-Absorber

Fig. 6 Schallabsorptionsgrad von erfindungsgemäßen Folien im Vergleich zu demjenigen eines dicht gewobenen, schweren Vorhangstoffes

1. mikroperforierte Folie
2. Stoff

Fig. 7 Einfluß des Abstands zwischen parallel angeordneten erfindungsgemäßen Folien

1. B = 52,5 cm
2. B = 50 cm
3. B = 33 cm
4. B = 25 cm
5. B = 17 cm

Patentansprüche

1. Schallabsorber bestehend aus mikroperforierten Folien oder dünnen Platten, wobei mehrere Folien oder Platten in beliebiger Anordnung zueinander vorgesehen sind und von der Decke eines Raumes oder waagrecht oder schräg im Raum aufgehängt sind.
2. Schallabsorber nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der Folien oder Platten voneinander etwa 10–50 cm, vorzugsweise 10–30 cm und besonders vorzugsweise 15–25 cm beträgt.
3. Schallabsorber nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Folien oder Platten aus geeignetem Material bestehen, aus Kunststoff, Polyester, Metall, Kupfer, Eisen, Stahl, Zink, Aluminium oder den verschiedensten Hölzern.
4. Schallabsorber nach einem der Ansprüche 1–3, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei, vorzugsweise mehr als vier Folien oder Platten vorgesehen sind, bei einer Dicke von jeweils etwa 0,05–10 mm.
5. Schallabsorber nach einem Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Folien oder Platten in einer gemeinsamen Aufhängevorrichtung vorgesehen sind.
6. Schallabsorber nach einem der Ansprüche 1–5, dadurch gekennzeichnet, daß die Folien oder Platten verschiebbar aufgehängt sind.
7. Schallabsorber nach einem der Ansprüche 1–6, dadurch gekennzeichnet, daß die Folien oder Platten vor oder unter den Luftauslässen von Klimaanlage oder anderen Lärmquellen angeordnet sind.
8. Schallabsorber nach einem der Ansprüche 1–7, dadurch gekennzeichnet, daß die Folien oder Platten eine Breite von etwa 10–200 cm und eine Länge etwa 30–300 cm haben.
9. Schallabsorber nach einem der Ansprüche 1–8, dadurch gekennzeichnet, daß bei hängender Anordnung die unteren Kanten der Folien beschwert ausgebildet sind.
10. Schallabsorber nach einem der Ansprüche 1–9, dadurch gekennzeichnet, daß die Folien oder Platten farbig und/oder graphisch gestaltet ausgebildet sind.
11. Schallabsorber nach einem der Ansprüche 1–10, dadurch gekennzeichnet, daß die Perforationen graphisch gestaltet ausgebildet sind.
12. Schallabsorber nach einem der Ansprüche 1–11, dadurch gekennzeichnet, daß die Folien oder Platten aus durchsichtigem oder teilweise lichtdurchlässigem Material bestehen.
13. Schallabsorber bestehend aus einer mikroperfo-

rierten Folie oder einer dünnen Platte, die von der Decke eines Raumes oder waagrecht oder schräg im Raum aufgehängt ist, und die Größe von mindestens 15% der Grundfläche des Raumes hat.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

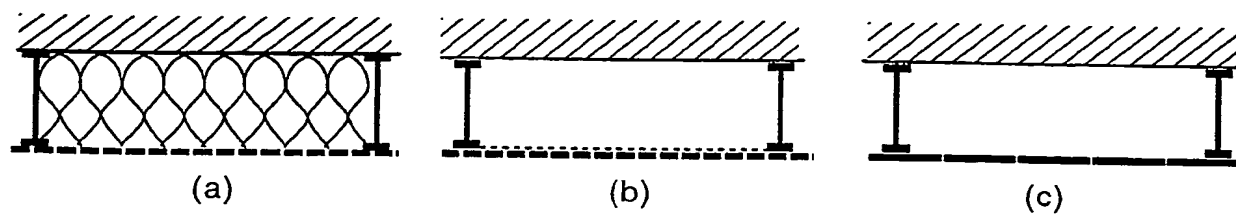


Fig. 1

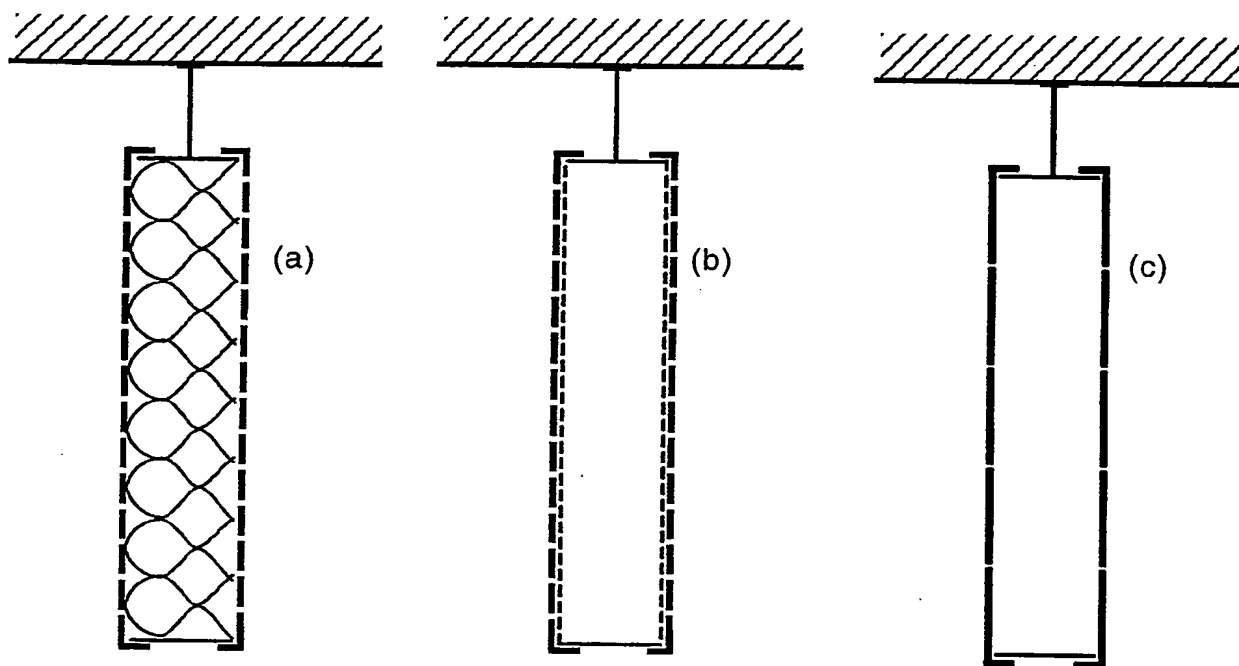


Fig. 2

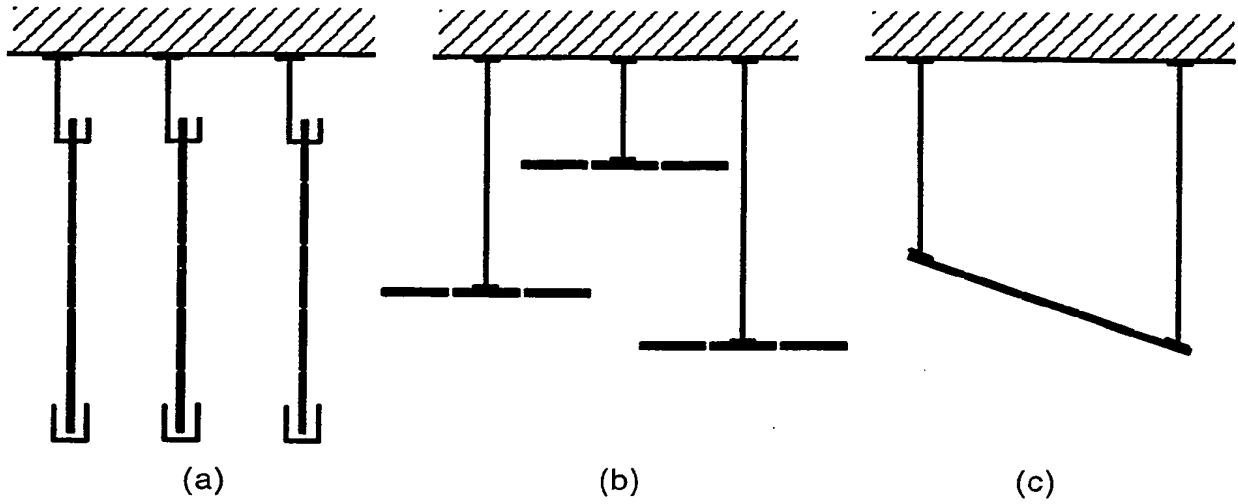


Fig. 3:

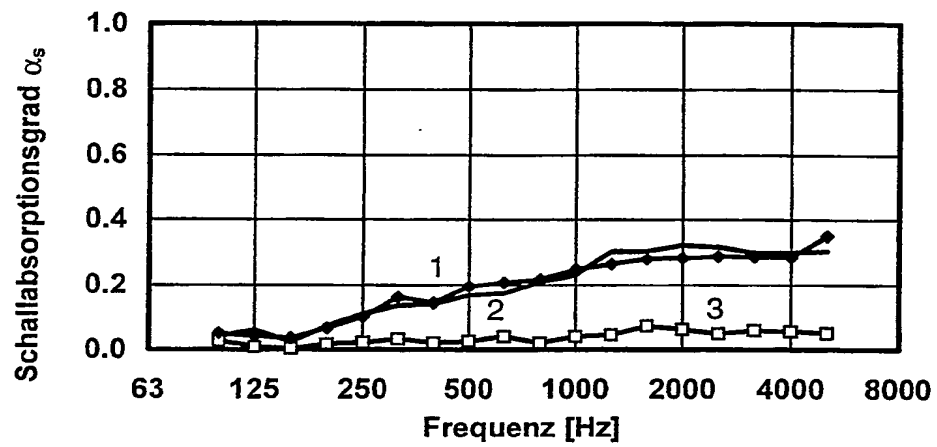


Fig. 4:

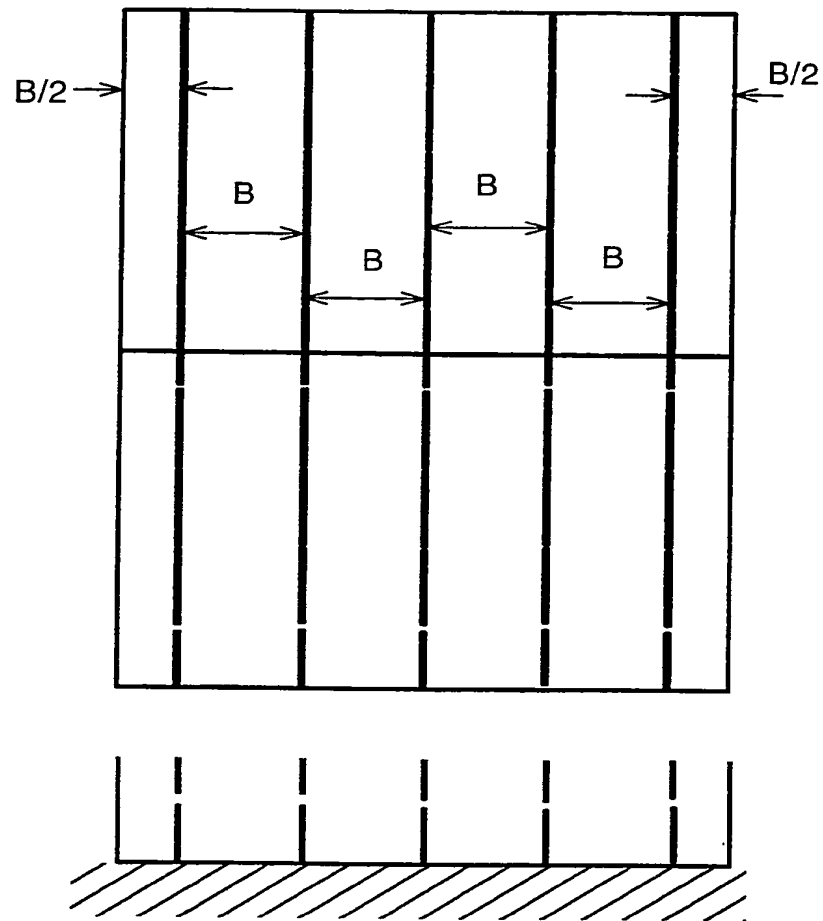


Fig. 5

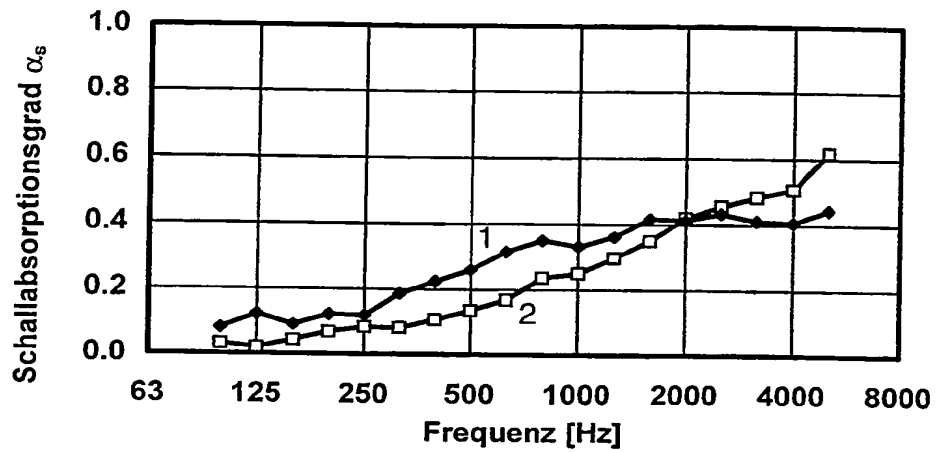


Fig. 6:

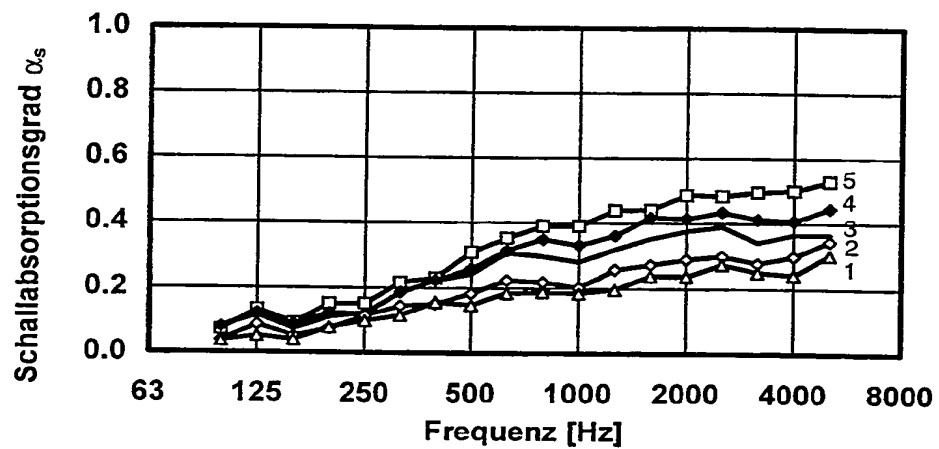


Fig. 7:

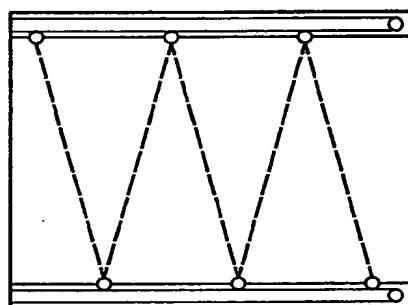
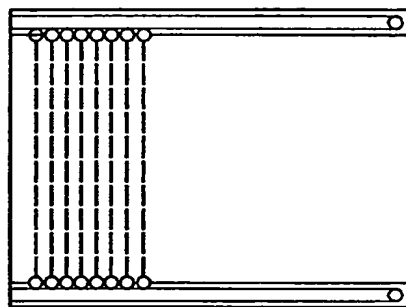
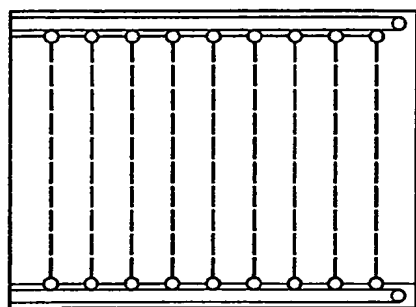


FIG. 8